

冠脉 CT 血管成像在卵圆孔未闭中的诊断价值

曾莹婷,熊莉,史延斌,宋璐,龚晓明,李逸攀,张笑春,鲁植艳

【摘要】 目的:探讨冠状动脉 CT 血管成像(CTA)对卵圆孔未闭(PFO)的诊断价值,分析冠脉 CTA 观察复杂型 PFO 的能力。**方法:**纳入冠脉 CTA 检查提示存在房间隔通道患者 229 例,其中 34 例两周内同时行经食管超声心动图(TEE)检查。对患者冠状动脉 CTA 进行以下方面评估:分流的存在及程度,通道长度及直径,房间隔膨出瘤(ASA)、左房多出口或其他心脏形态的改变。**结果:**34 例行 TEE 检查的患者中,33 例结果为阳性,诊断符合率达 97.1%。229 例患者中,91 例(39.7%)患者可观察到左向右分流,1 级分流 66 例(占比 72.5%)。通道长度 ≥ 8 mm 在无分流患者中(87 例,占 63.0%)占比超过有分流者(38 例,占 41.8%),7 例(3.1%)发现 ASA,其中有分流者 6 例,1 例同时合并房间隔缺损(ASD),12 例发现左房多出口,16 例出现左房憩室。**结论:**冠脉 CTA 能准确诊断 PFO,可显示房间隔的解剖细节及分流情况,发现复杂型 PFO 的存在,为临床介入治疗提供帮助。

【关键词】 卵圆孔未闭;复杂型 PFO;冠状动脉 CTA;左向右分流

【中图分类号】 R814.42;R541.1 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2022)02-0256-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.02.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



在胎儿时期,卵圆孔是维持胚胎正常发育所需的生理解剖结构。一般 1 岁前卵圆孔就会闭合,超过 3 岁还未闭合称为卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)^[1]。PFO 是成人最常见的一种先天性心脏病,发病率约 25%,在男女中发病率没有显著的差异,随着年龄的增长,PFO 的发病率逐渐减低,直径呈现增大的趋势^[2]。越来越多的研究表明,PFO 与多种疾病相关,如隐源性卒中、偏头痛等,逐渐引起临床的重视^[3-6]。PFO 在临床上主要通过超声心动图和声学造影来诊断,经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)一直被视为诊断 PFO 的“金标准”,结合声学造影能准确地评估 PFO 的形态和分流特征。长隧道型(≥ 8 mm)、合并房间隔膨出瘤(atrial septal aneurysm, ASA)或其他复合病变、过长的下腔静脉瓣或希阿里氏网以及左房侧多发出口等称为复杂型 PFO,对 PFO 进行分类,有助于指导 PFO 封堵治疗^[7]。本文旨在分析冠脉 CTA 观察 PFO 解剖及分流的能力,为临床治疗提供参考。

材料与方法

1. 一般资料

选取 2019 年 3 月—2019 年 12 月在本院行冠脉 CTA 检查的 791 名患者,去除图像断层、运动伪影 4 例,右房提前显影 10 例以及起搏器伪影 2 例,最终纳入左右心房间存在通道样改变患者 229 名,34 名患者于冠脉 CTA 提示疑似 PFO 后,2 周内行 TEE 检查。回顾性收集纳入患者的临床及影像学资料,其中男 118 例,女 111 例,年龄范围 14~85 岁,平均年龄(57.3 ± 12.0)岁。

2. 检查方法

冠状动脉 CTA 检查:所有检查均采用 64 排 SIE-MENS 螺旋 CT,扫描前要求患者进行严格的呼吸训练和心率控制($< 70/\text{min}$),避免呼吸和运动伪影影响图像质量。采用回顾式心电门控扫描,经肘静脉推注 65~90 mL 碘克沙醇(320 mg I/mL)溶液,然后以 5~6 mL/s 的流率加注 30~50 mL 生理盐水。感兴趣区设置在升主动脉,当 CT 值达到 100 HU 时,将在延迟 4 s 后触发扫描。扫描参数:管电压 120 kV,自动管电流,扫描层厚 0.75 mm,准直器宽度 64×0.6 mm,采用适应心率的智能螺距调节技术(螺距范围 0.20~0.46)。扫描范围从气管分叉至心脏膈面,纵隔窗窗位 150~250 HU,窗宽 400~800 HU。

CT 数据重建及分析:选择在收缩末期或舒张中期显示卵圆孔最佳视图的层面,在 carestream Vue PACS 工作站上进行图像的多平面重组(multiplanar

作者单位: 430071 武汉,武汉大学中南医院放射科(曾莹婷、史延斌、宋璐、龚晓明、李逸攀、张笑春、鲁植艳),超声科(熊莉);510623 广州,广州医科大学广州妇女儿童医疗中心影像部(张笑春)

作者简介: 曾莹婷(1997—),女,江西赣州人,硕士研究生,住院医师,主要从事心胸影像学研究。

通讯作者: 张笑春, E-mail: zxcylxyr@163.com; 鲁植艳, E-mail: luzhiyan@znhospital.cn

基金项目: 湖北省自然科学基金(2020CFB693);武汉大学中南医院培育基金(znpy2018033)

reconstruction, MPR)。仔细观察并描述以下几个方面:①是否存在左右心房间分流,并依据矢状面上测量的最大射流长度进行分级:1 级 ≤ 1 cm,2 级 1~2 cm,3 级 > 2 cm^[8];②测量通道的长度以及通道中点处直径;③是否合并房间隔膨出瘤、左房侧多出口或其他心脏形态的改变。

结 果

在 229 名患者中,91 例(39.7%)存在左右心房间

的分流,其中 66 例(28.8%)为 1 级,21 例(9.2%)为 2 级,4 例(1.7%)为 3 级分流。所有患者通道中点处平均直径为 (1.54 ± 0.38) mm,平均长度为 (8.92 ± 3.65) mm。测得通道长度 ≥ 8 mm 患者 125 例,占总数的 54.6%,其中无分流患者 87 例,占无分流患者总数的 63.0%(表 1)。

在 7 例患者中观察到房间隔平面向右房侧突出,且突出深度 > 10 mm,诊断为 ASA。有 1 例患者同时合并 ASA 及房间隔缺损(atrial septal defect, ASD),

表 1 冠脉 CTA 测量结果

分级	直径(mm)	长度(mm)	长度 ≥ 8 mm	ASA	左房多出口	左房憩室
1 级分流(n=66)	1.58 $\pm$ 0.35	7.59 $\pm$ 3.38	24(36.4%)	5(7.6%)	4(6.1%)	6(9.1%)
2 级分流(n=21)	1.55 $\pm$ 0.28	8.25 $\pm$ 3.27	11(52.4%)	1(4.8%)	3(14.3%)	2(9.5%)
3 级分流(n=4)	1.55 $\pm$ 0.08	7.08 $\pm$ 2.95	3(75.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(25.0%)
有分流(n=91)	1.57 $\pm$ 0.33	7.72 $\pm$ 3.32	38(41.8%)	6(6.6%)	7(7.7%)	9(9.9%)
无分流(n=138)	1.53 $\pm$ 0.41	9.72 $\pm$ 3.65	87(63.0%)	1(0.7%)	5(3.6%)	7(5.1%)
总数(n=229)	1.54 $\pm$ 0.38	8.92 $\pm$ 3.65	125(54.6%)	7(3.1%)	12(5.2%)	16(7.0%)



图 1 女,65 岁,PFO 合并 ASA 及 ASD。a) 四腔心层面见 PFO(黑箭)及 ASD(白箭)射流束;b)矢状面显示 PFO 通道及射流束;c)四腔心层面示左房明显突向右房;d)矢状面显示 ASD 射流束。LA:左心房,RA:右心房。

图 2 男,49 岁,卵圆窝处房间隔可见两处通道样改变(箭)。a、b、c)分别从四腔心层面、冠状面及矢状面显示通道,c 图可见下方通道向右房的 1 级分流。LA:左心房,RA:右心房。图 3 a)1 级分流,矢状面示房间隔通道样结构向右房发出分流(箭);b)2 级分流,矢状面示从 PFO 处发出两处射流束(箭);c)3 级分流,矢状面示 PFO 处发出左向右粗大分流(箭);d)憩室状改变,矢状面示房间隔通道样结构(白箭),并可见憩室状改变(黑箭)。LA:左心房,RA:右心房。

房间隔水平最大突出深度达 23 mm, 静息状态下即可看见心房水平左向右大量分流(图 1)。12 名患者卵圆窝处房间隔呈多通道样改变, 即左房多出口, 当合并分流时, 部分可见从通道处发出的多处射流束(图 2、3)。此外, 有 16 名患者在左心房观察到不规则或结节状突起, 呈憩室状改变。

在 34 例进行 TEE 检查的患者中, 20 例有分流, 14 例仅存在通道样改变, 结果 33 例 TEE 表现为阳性, 1 例阴性患者为无分流患者, 最终 7 例接受介入封堵治疗。

讨 论

卵圆孔未闭是胚胎时期遗留的有潜在双向分流能力的房间隔水平通道, 当左右心房间存在压力差时, 容易出现心房间的分流, 心房压力差决定了分流的方向。反常性栓塞被认为是导致隐源性卒中最常见的致病机制, 当右心压力高于左心时, 静脉系统及右心栓子通过未闭的卵圆孔进入左心, 再随着体循环进入到各个器官, 从而引起血管栓塞^[9]。

PFO 起病隐匿且无特征性表现, 直接做右心造影或 TEE 检查者较少, 本研究中纳入的患者均为冠脉 CTA 检查时无意中发现。建议后行经食管超声心动图的 34 例患者, 33 例均发现房间隔裂隙状改变。其中合并分流的 20 例患者, TEE 结果均为阳性, 诊断符合率达 100%; 仅存在房间隔通道样改变的 14 例患者, 13 例 TEE 阳性, 诊断符合率达 92.9%。Williamson 等^[10]研究表明当左心房原发隔位置存在明显的“皮瓣”, 原发隔与继发隔间存在对比剂通道以及从通道处发出向右房的射流束这三个标准均达到时, 冠脉 CTA 检测 PFO 的特异度将达到 100%。Kim 等^[11]研究发现 CT 上发现的房间隔通道样外观合并左向右分流, 诊断卵圆孔未闭的特异度达到 98.4%, 仅有通道样改变诊断 PFO 的特异度则为 85.7%。本研究与前人的研究结果大致相吻合, 冠脉 CTA 检查时, 房间隔出现通道样改变且通道处可见对比剂射流, 基本可以诊断 PFO。卵圆孔未闭常需与房间隔缺损鉴别, ASD 表现为房间隔连续性的中断, 分流方向垂直于房间隔; PFO 则表现为房间隔内通道, 沿着通道朝向下腔静脉分流^[12]。

最新指南指出, 16~60 岁血栓栓塞性脑梗死伴 PFO 患者, 未发现其他卒中发病机制, PFO 伴 ASA 或中-大量右向左分流或直径 ≥ 2 mm, 建议行经导管封堵 PFO 术^[7]。残余分流是封堵术后较常见的并发症, 通常是设备形状与 PFO 解剖不匹配的结果。观察 PFO 及其周围结构的特征, 对于指导介入封堵有及其重要的作用, 可减少不必要的并发症。对于复杂型

PFO, 封堵器型号及置入位置的选择需更加谨慎, 术后设备脱位、残余分流等更易出现^[13]。因此, 当观察到 PFO 存在时, 需关注房间隔解剖细节, 辨别是否为复杂型 PFO。

通道长度 ≥ 8 mm 的患者占总人数的 54.6%, 其中无分流患者占比远多于有分流者, 有研究指出无分流患者中 (12.1 mm) 通道平均长度比有分流者 (7.1 mm) 更长^[8], 与本研究结论相一致。ASA 为房间隔薄弱处随着心脏运动偏向一侧心房所形成, 常易发生在卵圆窝的位置, 有许多研究表明 ASA 容易合并心房间的分流^[8, 14-15], 它的出现对 PFO 的诊断有提示作用。笔者观察到的 7 例 ASA (3.1%) 患者中, 6 例 (85.7%) 均存在分流, 其中 1 例同时合并 ASD, 房间隔部分缺失, 为典型的复杂型 PFO 患者。

PFO 左房侧多出口是以前较少关注的一个方面, 它是由于原发隔被继发隔卡住而折叠, 在进入左心房时形成几个独立的开口^[13]。在冠脉 CTA 上笔者发现卵圆窝处房间隔可以呈多通道样改变, 在同一患者部分通道可见分流, 部分通道未见分流, 也存在所有通道均未见明显分流。对于此类患者, 放置封堵器时必须确保所有通道均被设备覆盖, 减少术后残余分流风险。16 例患者中发现左心房憩室, 局部形态的异常变化, 可能导致血流动力学的改变, 甚至诱发血栓的形成。笔者观察到的房间隔水平分流以 1 级分流居多, 占有分流流的 72.5%, 对于静息状态下即存在中-大量分流的, 发生隐源性卒中风险较大^[6], 需引起临床重视。

TEE 一直视为诊断 PFO 的“金标准”, 结合超声造影, 能清晰显示原发隔与继发隔的位置以及心房水平右向左的异常分流。但因其属于半侵入性操作, 很大一部分患者不愿意接受, 如果有吞咽困难史、活动性食管疾病史、食管静脉曲张史或最近的食管手术史均为 TEE 检查的禁忌症^[16], 诊断准确性也受患者配合程度及操作者经验影响。冠脉 CTA 无创简便, 能同时观察房间隔通道及静息状态下心房间的分流, 诊断准确性较高, 值得临床推广运用。

本研究局限性: ①同时进行 TEE 与冠脉 CTA 检查的患者数量有限, 未来需要更大样本的研究, 探讨冠脉 CTA 诊断 PFO 的准确性, 可进一步研究两种检查方法显示分流程度的关系。②PFO 左房侧多出口相关文献较少, 未来需要病理或三维结果证实相关解剖的存在。③在冠脉 CTA 上, 只能进行左向右分流的评估, 未来可以探究在 CT 扫描时结合 Valsalva 动作检测右向左分流的可行性。

冠脉 CTA 对 PFO 的诊断具有较高的特异性, 可显示房间隔的解剖细节及心房之间分流的情况, 可较

直观地测量通道长度及直径,发现复杂型 PFO 的存在,为临床介入封堵治疗提供帮助。

参考文献:

[1] 刘扬,陈伟红,李睿,等.卵圆孔未闭的研究进展[J].国际心血管病杂志,2018,45(3):132-135.

[2] Hagen PT,Scholz DG,Edwards WD.Incidence and size of patent foramen ovale during the first 10 decades of life;an autopsy study of 965 normal hearts[J].Mayo Clin Proc,1984,59(1):17-20.

[3] 蔡高昂,张爱梅,李宪章,等.心脏卵圆孔未闭对不同年龄人群隐性卒中的影响[J].中风与神经疾病杂志,2013,30(2):144-147.

[4] 董秦川,张勇,马红茹.卵圆孔未闭对中青年隐性卒中发生的影响[J].临床医学研究与实践,2019,4(18):102-104.

[5] Sivarani S,Sivakumar S.Patient foramen ovale and migraine:what is the relationship between the two? [J].J Cardiol,2013,61(4):256-259.

[6] 徐亮,周畅,李洁,等.中青年卵圆孔未闭持续性右向左分流与隐性脑卒中的相关性分析[J].中国循环杂志,2020,35(2):171-174.

[7] 张玉顺,蒋世良,朱鲜阳.卵圆孔未闭相关卒中预防中国专家指南[J].心脏杂志,2021,33(1):1-10.

[8] Saremi F,Channual S,Raney A,et al.Imaging of patent foramen ovale with 64-section multidetector CT[J].Radiology,2008,249(2):483-492.

[9] 关爽,董齐,伊然,等.卵圆孔未闭相关性隐性脑卒中的研究进展

[J].中国临床神经科学,2020,28(1):93-99.

[10] Williamson EE,Kirsch J,Araoz PA,et al.ECG-gated cardiac CT angiography using 64-MDCT for detection of patent foramen ovale[J].Am J Roentgenol,2008,190(4):929-933.

[11] Kim YJ,Hur J,Shim CY,et al.Patient foramen ovale:diagnosis with multidetector CT-comparison with transesophageal echocardiography[J].Radiology,2009,250(1):61-67.

[12] 毛定飏,吴昊,滑炎卿.一组房间隔病变的 CT 诊断[J].放射学实践,2012,27(3):274-278.

[13] Rana BS,Shapiro LM,McCarthy KP,et al.Three-dimensional imaging of the atrial septum and patent foramen ovale anatomy: defining the morphological phenotypes of patent foramen ovale [J].Eur J Echocardiogr,2010,11(10):119-125.

[14] Mügge A,Daniel WG,Angermann C,et al.Atrial septal aneurysm in adult patients:a multicenter study using transthoracic and transesophageal echocardiography[J].Circulation,1995,91(11):2785-2792.

[15] Dilek K,Kayihan A,Asli K,et al.Interatrial shunt:diagnosis of patent foramen ovale and atrial septal defect with 64-row coronary computed tomography angiography[J].Jpn J Radiol,2011,29(8):576-582.

[16] Khandheria BK,Seward JB,Tajik AJ.Transesophageal echocardiography[J].Mayo Clin Proc,1994,69(9):856-863.

(收稿日期:2021-03-18 修回日期:2021-06-17)